

SW
A
55

ISBN = 594165

DE WATERVOORZIENING VAN TOMATEN

IR. J. VAN DEN ENDE

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk

DE WATERVOORZIENING VAN TOMATEN

THE WATER SUPPLY OF TOMATOES

Het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas heeft mij in de gelegenheid gesteld van 12 juni tot 2 juli 1955 een reis te maken langs tuinbouwproefstations en tuinbouwbedrijven in Engeland. Enkele weken eerder maakte ik deel uit van een groep, bestaande uit enige onderzoekers en een aantal assistenten van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst, die van 22 tot 27 mei de Kanaaleilanden bezocht om de tomatenteelt aldaar te bestuderen.

De ontvangst was overal zeer hartelijk en de grote bereidwilligheid van de bezochte personen om hun ervaringen mede te delen, heeft in grote mate tot het welslagen van de reizen bijgedragen.

In deze publikatie zullen de reisindrukken betreffende de watervoorziening van tomaten worden besproken. Op dit gebied zal in Nederland van de overzeese ervaringen veel lering kunnen worden getrokken.

Inhoud

2 Inleiding	16 Druppelbevloeiing en opdrachtige grond
4 De stooktomatenteelt op Guernsey	18 Fysiogene ziekten
7 Proefnemingen op de Universiteit van Nottingham	21 Stikstof, kali en groei beheersing
10 Druppelbevloeiing in de praktijk	22 Grondonderzoek
12 Praktijkproef te Berkel en Rodenrijs	24 Apparatuur voor de druppelbevloeiing
14 Druppelbevloeiing en concentratie aan voedingszouten	27 Transpiratie en waterverbruik
16 Druppelbevloeiing en doorlatendheid van de grond	29 Samenvatting en conclusies
	30 Summary and conclusions
	31 Literatuur

Inleiding

Het is niet mogelijk de watervoorziening van tomaten te bespreken zonder enkele andere facetten van de tomatenteelt hierbij te betrekken. In sterke mate geldt dit voor de bemesting. Dit is niet zozeer het geval, omdat de voedingsbehoefte van tomaten bij uiteenlopende vochttoestanden van de grond verschillend zou zijn, als wel omdat de bemestingstoestand van de grond van invloed is op de beschikbaarheid van het aanwezige vocht.

Algemeen bekend is, dat bij een te hoge concentratie aan voedingszouten of andere zouten een vermindering in groei optreedt. Als oorzaken hiervan kunnen worden genoemd een geringe beschikbaarheid van het bodemvocht en voorts een accumulatie van zouten in de plant [8].



Fig. 1: Tomaten op het proefbedrijf van de Cameron Irrigation Co.

Tomatoes grown on the experimental holding of the Cameron Irrigation Co.

Minder algemeen bekend is, dat de zoutconcentratie van het bodemvocht ook te laag kan zijn; ook wanneer de tomaten overigens toch over voldoende voedingszouten kunnen beschikken. Dit kan vooral voorkomen bij vochtige gronden. Het gevolg is dan dat de tomaten te sterk groeien. Men verkrijgt een welig en slap gewas, dat niet in staat is veel vruchten te produceren en dat gevoelig is voor fysiogene en parasitaire ziekten.

Naast de regeling van het kasklimaat, heeft men in de regeling van de watervoorziening en de bemesting mogelijkheden de groei van het tomatengewas te beheersen. Het vereist van de kwekers een scherp inzicht deze maatregelen zo te nemen, dat een stevig gewas wordt verkregen, in staat een groot aantal goede trossen voort te brengen. In de kunst „met de planten te praten” en daarnaar de cultuurmaatregelen te treffen, is men op Guernsey reeds ver gevorderd.

De stooktomatenteelt op Guernsey

Het woord „groeibeheersing” schijnt het wachtwoord van de kwekers op Guernsey te zijn. De „Reviews” die worden uitgegeven door de Guernsey Growers' Association kunnen hiervan getuigen, evenals de artikelen, die reeds door medewerkers van het Proefstation te Naaldwijk aan Guernsey zijn gewijd [10, 21, 33, 34]. Voor een algemene beschrijving van de tomatenteelt kan naar deze artikelen worden verwezen. Hier zal worden volstaan met de beschrijving van enkele onderdelen, die verband houden met het onderhavige onderwerp.

Temperatuur

Zoals reeds is vermeld, is de mate van stoken van belang voor de groei en de trosvorming. In overeenstemming met het onderzoek van prof. WENT [20] weet men door een lage nachttemperatuur aan te houden enerzijds te bereiken, dat de groei niet te sterk wordt en anderzijds dat men een goede trosvorming verkrijgt.

Volgens onderzoekingen op het John Innes Institution [Annual Reports] is een lage nachttemperatuur al in een zeer jong groeistadium van belang. Bij een opkweektemperatuur van 15—16° C zou de temperatuurgevoelige periode voor de vorming van de eerste tros liggen in de tweede week na het spreiden van de kiembladen.

Men gaat op Guernsey voor het overwegend geteelde ras Potentaat als volgt te werk. Bij het kiemen houdt men een nachttemperatuur aan van 15—16° C. De dagtemperatuur kan enkele graden hoger zijn. Ongeveer drie dagen na het kiemen verspeent men in perspotten, terwijl men ongeveer vijf dagen daarna de nachttemperatuur verlaagt tot 10—12° C. De temperatuur mag niet lager worden dan 10° C, daar anders de groei te gering wordt. Na het uitplanten laat men de nachttemperatuur gewoonlijk niet meer beneden 13—14° C dalen, terwijl de dagtemperatuur vijf tot zes graden hoger wordt gehouden. Bij zonnig weer profiteert men van de grotere hoeveelheid zonlicht door dan de temperaturen te laten oplopen. Naarmate het seizoen vordert, worden geleidelijk hogere nachttemperaturen aangehouden (tot 18° C).

Op deze wijze weet men een goede trosvorming te verkrijgen, terwijl de groei zeer regelmatig is. Vooral de onderste trossen zijn soms zeer zwaar.

Een grondtemperatuur van 14° C wordt als minimum beschouwd. Zolang de onderste tros nog niet is gezet, mag de grondtemperatuur echter niet boven 16° C stijgen, daar anders de groei spoedig te sterk wordt. Later in het seizoen stijgt de grondtemperatuur als noodzakelijk gevolg van de hogere kastemperatuur; dit bevordert een goede produktie [31].

Potgrond

Als potgrond worden in het algemeen John Innes Potting Composts [23] gebruikt en wel de mengsels J.I.P. 1 en J.I.P. 2. Het cijfer geeft hierbij de mestgift aan. Nummer 2 is tweemaal zo rijk als nummer 1. Er is een tendens vooral het armere mengsel te gaan gebruiken, of een tussenliggende bemestingstoestand

te kiezen (1½). Gestandaardiseerde potgronden hebben het voordeel, dat men de eigenschappen daarvan goed leert kennen. Vooral het handhaven van een goede vochtigheid van de potgrond is van belang. Dit kan men slechts door ervaring leren.

Een moeilijkheid is echter, dat het soms lastig is de goede „medium loam” graszoden te verkrijgen, het voornaamste bestanddeel van de John Innes Potting Composts. De granulaire samenstelling van de „loam” is van groot belang [22, zie ook Review no. 5]. Dit zou wellicht een struikelblok vormen, wanneer men in Nederland ook tot de vervaardiging van dergelijke potgronden zou willen overgaan. Bovendien zou het verwijderen van zoden van goed grasland hier ook wel op grote moeilijkheden stuiten.

Men verkiest in het algemeen perspotten boven stenen potten, in het bijzonder om te voorkomen dat bij het uitplanten storingen in de wortelontwikkeling optreden. Dergelijke storingen zouden bij de gebruikelijke lage temperaturen spoedig nadelig zijn. De zwak wortelende rassen, waartoe de Potentaat behoort, zouden er eerder nadeel van ondervinden dan de sterker wortelende.

De beworteling vindt bij stenen potten voornamelijk langs de potwand plaats, terwijl bij de perspotten de wortels zich hoofdzakelijk in het inwendige van de potkruit bevinden. Als gevolg hiervan zouden de wortels in perspotten na het uitplanten regelmatigere uitgroeien. Men geeft er de voorkeur aan de perspotten in een open plantgat te zetten, omdat de groei van de nog jonge plant dan gemakkelijker te regelen is dan wanneer het plantgat wordt opgevuld.

Om groeistoringen te voorkomen, acht men het ook van belang slechts eenmaal en dan zo vroeg mogelijk te verspenen [22]. Sommige kwekers gaan zelfs nog verder door in de pot te zaaien.

Na het uitplanten

Vaak worden de tomaten in zogenaamde „trenches” (korte ondiepe geulen met in elk 2—4 planten) uitgeplant. In deze geulen wordt gegoten en gemest. De paden laat men overwegend vastzitten. Ook als men de grond stoomt, behandelt men alleen de geulen met het omringende deel. Dit trench-systeem is populair in alle goed gedraineerde gebieden, maar mislukt op de lager gelegen tuinen met een hoge grondwaterstand.

Na het uitplanten wordt de groei behalve door harder of zachter te stoken vooral door water- en mestgiften beïnvloed. Bij een te sterke groei giet men minder en mest men meer bij met kali. Dreigt de groei te zwak te worden, dan geeft men meer water en stikstof. Nu heeft men op Guernsey tal van gronden die een regelmatige behoefte aan vocht hebben. Het bodemprofiel is over het algemeen gunstig. De lichte, zavelige teeltlaag rust op een „gravel”laag en daaronder ligt het granietgesteente. Daardoor is de grond goed doorlatend. Op dergelijke gronden kan men de watervoorziening en daarmee de groei in hoge mate in de hand houden.

Later in het jaar (mei) beschouwt men schermen ook als een maatregel om groei te houden. Men zegt dat schermen niet alleen goed is om de vruchtwanden soepel te houden, wat belangrijk is in verband met scheuren, doch dat het gehele gewas hiervan een gunstige invloed ondergaat. Ook de kop wordt minder stug, droogt minder uit en blijft beter groeien.

De gunstige werking van het schermen zal behalve aan de verlaging van de temperatuur voornamelijk moeten worden toegeschreven aan een vermindering van de verdamping (transpiratie) door het gewas. De transpiratie staat namelijk in zeer nauw verband met de ontvangen zonnestraling [26]. Het regelmatige broezen dat men op Guernsey o.a. voor de vruchtzetting tot in juli toepast, zal eveneens van belang zijn voor de vermindering van de transpiratie.

Men heeft ook opgemerkt, dat bij een goede en regelmatige groei een infectie van het tomatenmozaïekvirus minder ernstige gevolgen heeft. Schermen en zeer frequent (om het uur) broezen met kleine hoeveelheden water zouden in dit opzicht zeer gunstig zijn. Op deze wijze zou men slechte vruchtzetting na virusaantasting kunnen voorkomen. Virusaantasting doet namelijk anders vaak tal van bloempjes verdrogen. Volledigheidshalve moet worden opgemerkt, dat zoals door GROENEWEGEN [10] is uiteengezet, de omstandigheden voor het broezen op Guernsey gunstiger zijn dan in ons land.

Groeibeheersing in nieuwe kassen

Ook in nieuwe kassen weet men de groei soms uitstekend te beheersen. Wij bezochten een nieuwe kas op een zavelige, goed doorlatende grond. De tomaten vertoonden een zeer goede stand; het gewas was stevig, de trosvorming prima. Inderdaad een gewas om bij het zogenaamde „over en weer” telen een twintigtal goede trossen te kunnen voortbrengen. In deze kas werd de grond door eenmaal per 3—5 dagen gieten goed vochtig gehouden. In een dergelijk geval vraagt men zich af hoe men de groei zo goed weet te beheersen. Het antwoord op de vraag is gelegen in de zware bemesting. Vooraf werd per are gegeven: 40 kg zwavelzure kali, 20 kg John Innes Base (5,1 % N, 7,2 % P_2O_5 en 9,7 % K_2O), 20 kg hoef- en hoornmeel en 30 kg thomasslakkenmeel. Voorts werd er nog eenmaal in de tien dagen bijgemest met 4—10 kg meststof per are, waarbij de grootte van de gift en de keuze van de meststoffen bepaald werden door de stand van het gewas. Een meegebracht grondmonster leverde na onderzoek op het Proefstation te Naaldwijk [7] de navolgende analysecijfers op. (De cijfers voor magnesium, mangaan, ijzer en aluminium, die voor de verklaring van dit geval minder van belang zijn, zullen hierbij worden weggelaten. Voor een toelichting op de analysecijfers wordt verwezen naar de Tuinbouwgids 1954, blz. 237.)

Organische stof	CaCO ₃	pH	NaCl	Gloeirest	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
5,2 %	0,32 %	6,7	0,018 %	0,28 %	9,3	2,8	28,5

Tengevolge van de zware bemesting zijn de cijfers voor stikstof en kali hoog, vooral het kalicijfer. Als gevolg is ook de gloeirest voor een nieuwe kas reeds hoog. Uit het oogpunt van de waarde als plantenvoedsel zijn stikstof en kali meer dan voldoende aanwezig. Het belang van de hoge cijfers voor stikstof en kali is dan ook niet in deze waarde gelegen, maar in de verhoging van de zoutconcentratie van het bodemvocht. Dit is de oorzaak dat er geen te welig gewas is ontstaan. Dit in tegenstelling met hetgeen zo vaak in nieuwe kassen valt waar te nemen. Voor de succesvolle toepassing van deze methode op dit bedrijf is het echter van groot

belang, dat de ondergrondse waterafvoer zeer goed is en dat een hoge grondwaterstand, met water dat slechts weinig voedingszouten bevat, niet voorkomt.

Bemesting en uitspoeling

Ook in oudere kassen is de bemesting in het algemeen zwaar. Men geeft echter minder kali (ongeveer de helft) en ook minder fosfor dan boven is vermeld. Opmerkelijk is het vrij algemene gebruik van ijzersulfaat, 3—4 kg per are.

Dat men regelmatig zo zwaar kan bemesten zonder een te hoge zoutconcentratie te krijgen, hangt samen met het uitspoelen van de grond in de winter. Men werkt met enorme hoeveelheden water. Bij het herhaalde spoelen loopt de watergift wel op tot 1,5 m³ per vierkante meter en soms nog meer. Deze hoeveelheden lijken overdreven groot en niet noodzakelijk. Bij minder spoelen zou men wellicht met een geringere bemesting kunnen volstaan.

Voor het in stand houden van de structuur en van het vochthoudend vermogen van de grond maakt men regelmatig gebruik van organische mest. Stalmest is gewild, doch is slechts in beperkte mate voorhanden. Turfmolm is daardoor populair geworden. Verder wendt men zeewier aan en ook wel stro, al of niet gecomposteerd.

De chemische toestand van de grond wordt vrij regelmatig onderzocht. Dit gebeurt op enkele particuliere laboratoria op Guernsey of bij een firma in Engeland.

Teelt in potten of kartonnen dozen

Vooraf op de lager gelegen en nattere gronden heeft men de watervoorziening en daarmee de groeibeheersing, speciaal in de eerste groeiperiode, niet voldoende in de hand. Men weet dit bezwaar te ontgaan door uit te planten in op de grond staande stenen of cementen potten of kartonnen dozen van $\pm 20 \times 20$ cm. De groeiremming zal enerzijds worden verkregen door de beperking van het wortelstelsel, anderzijds droogt de grond in de potten spoedig uit. Hoewel er van onderen gaten in de bodem zitten, kan men door de potten te draaien het doorwortelen voorkomen. Dit zou voor het ras Potentaat minder vaak nodig zijn dan voor sterker groeiende rassen, zoals Moneymaker. Bij dit ras voorkomt men het doorwortelen wel tot het tijdstip, dat de vijfde tros begint te zetten. Inderdaad weet men op deze wijze een goede trosvorming te verkrijgen. De methode stelt echter hoge eisen aan het vakmanschap van de kwekers [31, zie ook Review no. 3].

Een nadeel van de methode is, dat de dozen en potten zeer duur zijn. Voorts vereist het gieten, dat tot het tijdstip van doorwortelen soms dagelijks moet geschieden, veel tijd en grote kennis van zaken. Hierop komen wij nog terug.

Als een voordeel van de methode wordt ook wel genoemd, dat de grond in de potten in het voorjaar snel op temperatuur komt. Anderzijds is de dagelijkse temperatuurschommeling in potten zeer groot, wat wellicht minder gunstig is [31].

Proefnemingen op de universiteit van Nottingham

Wij zullen nu de meest gewenste vochttoestand van de grond voor de teelt van tomaten nader gaan bezien. SALTER heeft op het „Department of Horticulture”

van bovengenoemde universiteit in dit opzicht belangrijke proefnemingen verricht [5, 31]. Alvorens tot de bespreking hiervan over te gaan, geven wij eerst een toelichting bij enkele begrippen.

De kracht waarmee het water aan de grond wordt gebonden, wordt de vochtspanning genoemd. Deze wordt uitgedrukt in atmosferen en bij lage waarden in cm kwik. Daartegenover staat de zuigkracht, die de planten kunnen ontwikkelen. Willen de planten het water kunnen opnemen, dan moet de zuigkracht niet alleen de vochtspanning overwinnen, maar bovendien ook de osmotische druk die wordt uitgeoefend door de in het bodemvocht opgeloste zouten. De osmotische druk wordt eveneens uitgedrukt in atmosferen of cm kwik.

De grond is op veldcapaciteit, als hij na waterverzadiging is uitgezakt. De vochtspanning en de osmotische druk zijn dan minimaal.

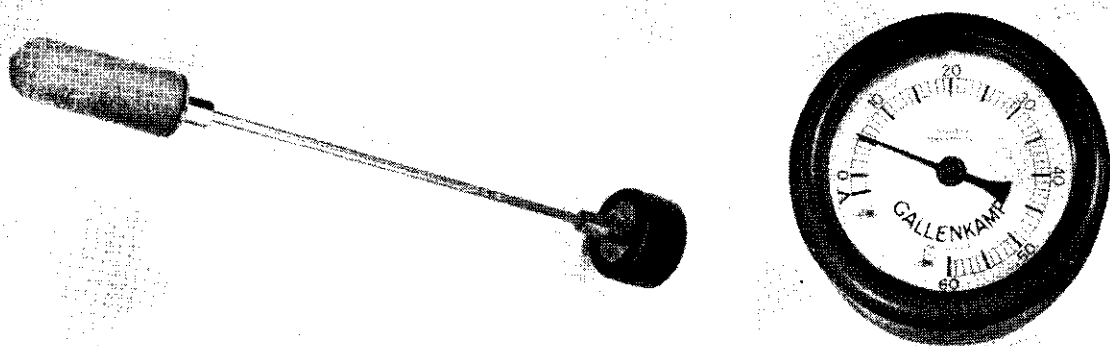


Fig. 2. a. De in Engeland en Guernsey veel gebruikte tensiometer
a. Tensiometer frequently used in England and Guernsey
 b. Wijzerplaat van de tensiometer
b. Dial of the tensiometer

Om de vochtspanning van de grond te kunnen controleren, maakte SALTER gebruik van tensiometers op 15 cm diepte. De grond, een goed ontwaterde „coarse sandy loam” van 60 cm diepte, werd aanvankelijk op veldcapaciteit gebracht. Vervolgens liet hij de grond uitdrogen tot de tensiometers een vochtspanning aanwezen van 7, resp. 15, 30 en 60 cm kwik. Wanneer de voor een behandeling vastgestelde vochtspanning was bereikt, werd de grond weer op veldcapaciteit gebracht, enz.

Zowel voor het ras Ailsa Craig als voor Single Cross werd de beste opbrengst verkregen, waar de laagste vochtspanning werd aangehouden. Naarmate de grond in de gelegenheid was in sterkere mate uit te drogen, was de opbrengst geringer. De opbrengstverschillen werden voornamelijk veroorzaakt door een verschil in het gemiddeld vruchtgewicht en dus niet zozeer door een verschil in het aantal vruchten. De kwaliteit van de vruchten was bij alle behandelingen goed.

Het drooggewicht van de vegetatieve delen van de planten was bij de laagste vochtspanning aanmerkelijk groter dan bij de hogere vochtspanningen. Overigens waren de verschillen in het drooggewicht van de planten slechts gering.

De bewortelingsdiepte nam toe naarmate de grond in de gelegenheid was in sterkere mate uit te drogen. Bij de laagste vochtspanning kwamen de meeste wortels voor in de laag van 0—10 cm en bij de hoogste in de laag van 20—30 cm.

De resultaten van deze proef waren enigszins tegen de verwachting. Een vochtspanning van 7 cm kwik is namelijk zeer laag. Er moest dan ook wel 136 keer worden gegoten om deze vochtspanning niet te laten overschrijden. De paden werden hierdoor modderig, hetgeen geen gunstige indruk maakte. De planten hebben echter blijkbaar weinig of geen nadeel ondervonden van een te geringe doorluchting van de grond, hetgeen wellicht samenhangt met de ondiepe beworteling.

Deze proef die in 1952 werd genomen, werd in 1953 herhaald. In verband met het vele gieten werd er echter een behandeling bij opgenomen, die overeenkwam met de behandeling met de laagste vochtspanning. Alleen werd het water niet toegediend door middel van gieten maar door middel van „trickle irrigation” (druppelbevloeiing). Bij dit systeem van water geven ligt er langs elke rij tomatenplanten een dunne rubberslang. Bij iedere plant bevindt zich een dop in de slang, waaruit men water kan laten druppelen met een snelheid van 1—1,5 liter per uur. Druppelbevloeiing is zeer geschikt, wanneer men vele malen een kleine hoeveelheid water wil geven. Een voordeel is, dat men de structuur van de grond niet bederft.

De proef van 1953 heeft de resultaten van die van 1952 bevestigd. Verder bleek druppelbevloeiing betere resultaten te geven dan gieten. Bij het ras Ailsa Craig werden o.a. de volgende opbrengsten verkregen: druppelbevloeiing (7 cm kwik) 5,3 kg; gieten (7 cm kwik) 4,7 kg; gieten (15 cm kwik) 3,9 kg per plant. Opmerkelijk is, dat bij de druppelbevloeiing in totaal de kleinste hoeveelheid water werd gegeven en wel 92 liter per plant, tegenover bijvoorbeeld 108 liter bij het gieten wanneer de tensiometer 15 cm kwik aanwees. Dit zal samenhangen met de wijze van bevochtigen van de grond. Bij druppelbevloeiing wordt het grondoppervlak namelijk alleen nat ter plaatse van de druppeldoppen, hetgeen de verdamping aan het grondoppervlak gering doet zijn.

Het is jammer, dat bij deze proefnemingen betrekkelijk weinig aandacht is besteed aan de zoutconcentraties in de grond. De zoutconcentratie van het bodemvocht heeft immers ook invloed op de wateropname en de groei van het gewas. Niet alleen zijn bij een te zoute grond de beste resultaten te verwachten wanneer men door een regelmatige vochtvoorziening de zoutconcentratie van het bodemvocht zo laag mogelijk houdt, maar — zoals reeds eerder werd uiteengezet — anderzijds kan de grond bij lage concentraties (voedings)zouten spoedig te vochtig zijn.

De grond werd echter wel chemisch onderzocht. De „pC value”, een grootte die te vergelijken is met onze gloeirest, werd bepaald volgens de methode van de National Agricultural Advisory Service. De pC value was zodanig, dat de grond niet te zout werd geoordeeld. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat de pC value in Engeland geïnterpreteerd wordt onafhankelijk van het gehalte aan organische stof in de grond. Wij weten echter dat dit gehalte van grote invloed is op de hoogte van de toelaatbare zoutconcentratie, wanneer bij de bepaling wordt uitgegaan van de gedroogde grond, zoals ook bij de N.A.A.S. geschiedt [8].

Druppelbevloeiing in de praktijk

De goede resultaten van de hierboven behandelde proefnemingen bij een lage vochtspanning worden in de praktijk bevestigd. De handhaving van een lage vochtspanning op bedrijven is pas goed mogelijk geworden door de invoering van de druppelbevloeiing. Ik heb deze methode van water geven op tal van bedrijven in Engeland en Guernsey met succes zien toepassen. Wij zullen enkele gevallen nader bezien.

Allereerst een tweetal bedrijven op Guernsey, waarop in 1955 de eerste prijzen zijn gewonnen van de „tomato house competition”, respectievelijk „whole place competition” van de Guernsey Growers' Association.

Het betreft bedrijven op zavelige, goed doorlatende grond. Met behulp van de druppelbevloeiing wordt afhankelijk van de grootte van het gewas en van het weer 0,1—1,5 à 2 liter water per plant en per dag gegeven. Ter controle van de visuele beoordeling of de grond voldoende vochtig is, maakt men gebruik van tensiometers op 15—20 cm diepte. Een tensiometerstand van 5 cm kwik wordt als normaal beoordeeld. Loopt de vochtspanning eventueel op tot bijv. 10 cm kwik, dan wordt een extra hoeveelheid water gegeven.

In het druppelwater worden steeds voedingszouten opgelost. Hiertoe zijn geconcentreerde meststofoplossingen* in de handel. Deze oplossingen bevatten in de verschillende soorten 3,5—23 % N, 0—10,5 % P_2O_5 en 0—10,5 % K_2O . Het totale voedingsgehalte loopt uiteen van 13,5—29 %. Door middel van een verdunner wordt de meststofoplossing in het druppelwater gebracht. Het is echter ook mogelijk, dat men zelf zijn meststofoplossingen maakt, waarvoor men o.a. kalisalpeter gebruikt.

De keuze van de mestsoort en de verdunning die men toepast, zijn afhankelijk van de stand van het gewas. Een normale verdunning is 1 liter meststofoplossing op 200—300 liter water. Wanneer de groei te sterk wordt, gaat men een geringere verdunning toepassen en geeft men dus meer meststoffen. Bij te geringe groei past men grotere verdunningen toe. In dit opzicht gebruikt men de meststoffen dus niet als voedingsstoffen, maar als middel om de zoutconcentratie van het bodemvocht te kunnen regelen. Men kan de groei echter ook beïnvloeden** door de keuze van de mestsoort, waarbij vooral de verhouding stikstof : kali van belang is. Dan dienen de meststoffen dus wel als voedingsstoffen.

De van deze bedrijven meegebrachte grondmonsters leverden resp. de volgende analysecijfers op:

Organische stof	$CaCO_3$	pH	NaCl	Gloeirest	N	P_2O_5	K_2O
5,2 %	0,24 %	6,0	0,012 %	0,20 %	9,5	9,3	23,8
4,2 %	1,12 %	7,1	0,032 %	0,36 %	9,0	4,9	38,8

* Deze meststofoplossingen worden in Engeland en Guernsey niet alleen gebruikt bij druppelbevloeiing, maar eveneens bij het gieten met de slang.

** Men kan de groei ook beïnvloeden door de vochtspanning van de grond te regelen. Op deze bedrijven echter wordt de vochtspanning vrijwel constant gehouden.

De cijfers voor stikstof, fosfor en kali zijn hoog, vooral het kalicijfer van het tweede bedrijf. De gloeirest van dit bedrijf is ook hoog, terwijl het keukenzoutgehalte eveneens aan de hoge kant is. Met het oog op de waarde als plantenvoedsel zijn stikstof, fosfor en kali meer dan voldoende aanwezig. In verband met de teeltwijze, waarbij de grond steeds vochtig wordt gehouden, is het echter van belang dat de cijfers van deze elementen hoog zijn, speciaal die van stikstof en kali.

Dat de tomaten een uitstekende stand vertoonden, volgt wel voldoende uit het feit, dat op deze bedrijven eerste prijzen zijn gewonnen. Van het eerste bedrijf bespraken wij de kas, die als de beste kas van Guernsey werd beoordeeld. Het tweede bedrijf werd het beste bedrijf geacht.

Het geteelde ras, Potentaat, is zeer gevoelig voor waterziek. In het pakstation van de Guernsey Tomato Marketing Board hebben wij dan ook geen gunstige indruk gekregen van de kwaliteit van de Potentaat. Op de hier besproken bedrijven was de kwaliteit echter zeer goed. Dit hangt wellicht eveneens samen met de regelmatige vochtvoorziening en de hoge gehalten aan voedingsstoffen. Bij het hoofdstuk over fysiogene ziekten wordt hierop nader teruggekomen.

Opgemerkt moet worden, dat men op deze bedrijven ook goed tomaten kan telen zonder druppelbevloeiing. Op het eerste bedrijf bijvoorbeeld deden de kassen, waarin geen druppelbevloeiing werd toegepast, niet veel onder voor de hier besproken kas. De teeltwijze, waarbij eenmaal in de 3—5 dagen wordt gegoten en eenmaal in de 7—10 dagen wordt bijgemest, berust echter op hetzelfde principe. Voor de succesvolle toepassing van deze methode is het evenwel van groot belang, dat de ondergrondse waterafvoer zeer goed is.

In de tweede plaats wil ik twee bedrijven vergelijken, waarop men de teelt in kartonnen dozen toepast.

De vochtigheid van de grond in dozen of potten is aan sterke schommelingen onderhevig. Na het gieten droogt de grond namelijk spoedig uit. Hiermede gaat samen dat ook de zoutconcentratie van het aanwezige vocht sterk varieert. Speciaal zolang nog geen doorworteling heeft plaats gevonden, dient men de groei beheersing te vinden in deze wisseling van het vochtgehalte van de grond. Kort na het gieten hebben de planten te maken met omstandigheden, die bevorderlijk zijn voor de wateropname en voor een sterke groei, terwijl door de geringe beschikbaarheid van het vocht kort vóór het gieten de nodige groeiremming wordt verkregen. Het zal duidelijk zijn dat bij deze wijze van werken het gevaar groot is, dat de planten te droog komen te staan, met alle nadelige gevolgen van dien. Het zal ook duidelijk zijn dat de grond in de potten niet te rijk aan voedingszouten mag zijn, daar men anders zoutschade zou verkrijgen.

Deze bezwaren van de pottenteelt vervallen, wanneer men druppelbevloeiing gaat toepassen. Men kan de grond dan gelijkmatig vochtig houden, waarbij het gehalte aan voedingszouten hoog dient te zijn. De pot heeft in dit geval dus niet meer de functie de grond droog te houden, maar zij dient wel om, zolang als dit nodig geoordeeld wordt, beworteling in de kasgrond te voorkomen. De pot zou enerzijds nog van belang zijn voor het verkrijgen van een hogere grondtemperatuur en ander-

zijds zou in de belangrijke beginperiode de zoutconcentratie van het bodemvocht in de potten gemakkelijker te regelen zijn dan in de volle grond.

De grondmonsters uit de potten met resp. wel en geen druppelbevloeiing, leverden de volgende analysecijfers op:

Organische stof	CaCO ₃	pH	NaCl	Gloeirest	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
7,6 %	2,00 %	7,1	0,020 %	0,37 %	26,3	1,8	41,8
3,7 %	0,00 %	5,6	0,012 %	0,08 %	1,9	3,4	2,8

Op het bedrijf waar het water door middel van gieten wordt gegeven, zijn de stikstof- en kalicijfers en ook de gloeirest laag. Tijdens ons bezoek hadden de planten de kasgrond reeds geruime tijd beworteld. De omstandigheden in de potten vormden dus niet meer zo zeer een maatstaf als voordien. De werkwijze blijft echter dezelfde, namelijk dat alleen de droge potten worden begoten. Voor de kasgrond wordt een overeenkomstige werkwijze gevolgd. Alleen laat men de kasgrond minder sterk uitdrogen. De gloeirest en het kalicijfer van de kasgrond zijn hoger dan die van de grond in de potten n.l. 0,18 resp. 12,3.

Op het gevaar, dat bij deze wijze van werken de planten te weinig vocht krijgen, werd reeds gewezen. Men ziet nu ook, dat het gevaar bestaat, dat de planten niet over voldoende voedingsstoffen kunnen beschikken. Hoewel niet helemaal kon worden voorkomen, dat het bovenste deel van de planten zich iets minder goed ontwikkelde, gaven de tomaten, ras Moneymaker, overigens toch een goede stand te zien. Dit zal te danken zijn aan de vakbekwaamheid van de kweker, die op het gebied van de pottenteelt als een der beste van Guernsey wordt beschouwd. De planten krijgen bij het gieten en bijmesten een individuele verzorging, waarbij op de tijdige toepassing van deze maatregelen de nadruk wordt gelegd.

Voor het bedrijf met druppelbevloeiing, dat in het zuiden van Engeland is gelegen, zijn de cijfers voor stikstof en kali zeer hoog. De gloeirest is dienovereenkomstig ook hoog. De druppelbevloeiing vindt alleen plaats op de potten. De kasgrond wordt via de potten vochtig gehouden. Om de vochtigheid van de kasgrond te kunnen controleren, wordt gebruik gemaakt van tensiometers. De vochtspanning wordt gehandhaafd op 5—8 cm kwik. De in het druppelwater opgeloste stikstof en kali moeten de kasgrond eveneens via de potten bereiken. De stikstof- en kalicijfers van de kasgrond zijn lager dan die van de grond in de potten, n.l. 13,9 resp. 28,3 met een gloeirest van 0,22. Het fosforcijfer is echter hoger. De tomaten, ras Ware Cross, vertoonden een goede stand. Het waren stevige, donkergroene planten, die vruchten van goede kwaliteit voortbrachten.

Praktijkproef te Berkel en Rodenrijs

Door een proef, die wij in 1955 hebben genomen op een bedrijf te Berkel en Rodenrijs, hebben wij ook reeds enige ervaring met druppelbevloeiing. Het betreft een warenhuis op een sterk hellend kadeperceel. De grond die ongeveer 20 % orga-

nische stof bevat, rust op een horizontale, ondoorlatende kleilaag. Bovenaan in het warenhuis is de grondlaag twee meter dik en onderaan een halve meter.

Tengevolge van de terreinhelling is de vochtigheid van dit type grond met infiltreren niet op peil te houden. Met gieten is dit eveneens minder goed mogelijk, tenzij men zeer vaak water geeft. Dit wordt niet alleen veroorzaakt doordat het water bovengronds kan wegvloeien, maar ook doordat de droge grond slechts langzaam vocht opneemt. Het water zakt gedeeltelijk door de grond heen, hetgeen nog verergerd wordt door het optreden van scheuren in de grond. Hiervan heeft men geen last, wanneer het water in een langzaam tempo wordt toegediend. De grond heeft dan voldoende tijd het vocht op te nemen. In dit opzicht is het gunstig, dat men voor het geven van water wel gebruik maakt van een regenleiding boven het tomatengewas. Het grote nadeel van dit systeem is echter, dat de planten nat worden gemaakt, waardoor het optreden van schimmelziekten zoals *Cladosporium fulvum* en *Botrytis cinerea* in de hand wordt gewerkt. Bovendien wordt bij een groot en zwaar gewas de waterverdeling minder gelijkmatig. Het omlaag brengen van de regenleiding, wanneer de planten groot zijn en van onderen reeds flink van blad zijn ontdaan, kan deze bezwaren slechts gedeeltelijk ondervangen. De druppelbevloeiing heeft dergelijke bezwaren niet.

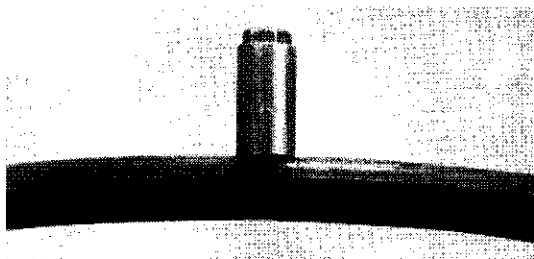


Fig. 3. Rubberslang met druppeldop
Rubber pipe with nozzle

In de proef gaf de druppelbevloeiing een zeer goede bevochtiging van de grond. Hoewel het grondoppervlak alleen nat werd ter plaatse van de druppeldoppen, was de zijwaartse waterverplaatsing onder het oppervlak ruim voldoende. Het druppelwater bevochtigde de grond tot op grote diepte.

Bij het begin van de proef waren wij er nog niet van op de hoogte, hoe hoog de concentratie aan voedingszouten in het druppelwater dient te zijn. Aanvankelijk werden te lage concentraties gebruikt. De groei van de tomaten, ras Cromco, werd daardoor te sterk. Het blad werd te slap en de bladkleur te licht. Dergelijk blad is gevoelig voor schimmelziekten. Vandaar dat bij de druppelbevloeiing meer *Botrytis cinerea* en later ook meer *Cladosporium fulvum* werd gevonden dan in de controlekappen, waar door de kweker werd gegoten. Bij een goed gebruik is druppelbevloeiing echter juist een geschikt middel om een aantasting van deze schimmelziekten te voorkomen. Bij het droge grondoppervlak kan men namelijk het te hoog oplopen van de luchtvochtigheid, wat de ziekten bevordert, beter tegengaan. Een ander nadeel van de te lage concentraties was, dat de vruchten van de onderste tros te hoekig werden.

Spoedig echter werden de concentraties verhoogd, hetgeen een gunstige invloed had. De planten bleven beter doorgroeien dan in de controlekappen. De vruchten werden groter en ze waren van goede kwaliteit. De planten in de controlekappen gingen achteruit tengevolge van het feit, dat de kweker de grond niet voldoende vochtig kon houden.

Ondanks de nadelen van de te lage concentratie in het begin was de opbrengst bij de druppelbevloeiing beter dan bij de controle. De opbrengst per plant was 3,7 kg resp. 3,3 kg. Het was jammer dat de planten getopt werden. Bij een groter aantal trossen zou het verschil in opbrengst heel wat groter zijn geworden.

Na afloop van de proef werd de beworteling nagegaan. Bij de druppelbevloeiing was de beworteling oppervlakkig, tot 35 cm diepte. De wortels waren hier betrekkelijk dun. In de controlekassen gingen de wortels tot 1 m diep. Er waren hier meer wortels dan bij de druppelbevloeiing, vooral ook meer grove wortels. Bovendien waren de wortels hier veel sterker vertakt.

Druppelbevloeiing en concentratie aan voedingszouten

Volgens BLASS, directeur van de Cameron Irrigation Company, zouden tomaten het best groeien, wanneer het bodemvocht door de daarin opgeloste voedingszouten een osmotische waarde heeft van ongeveer 1 atmosfeer. Wanneer de osmotische waarde lager wordt dan 0,5 atm., zou het gewas te welig worden, terwijl bij osmotische waarden hoger dan 2 atm. de groei te gering zou zijn.

Dit is in grote lijnen in overeenstemming met het onderzoek van HAYWARD en LONG [12]. Bij hun proeven met zandcultures werkten zij o.a. met oplossingen, die door middel van voedingszouten op 0,5, resp. 1,5 en 3,0 atm. osmotische waarde werden gebracht. De beste resultaten werden verkregen bij 1,5 atm. Wanneer de osmotische waarde van de voedingsoplossing van 0,5 atm. tot 1,5 atm. werd verhoogd met keukenzout, was dit veel minder gunstig. Hoewel door de verhoging van de osmotische waarde de trosvorming wel werd gestimuleerd, was de groei hierbij veel geringer dan bij de eerder genoemde oplossing van 1,5 atm.

Het zal echter van het klimaat en van het weer afhangen, welke osmotische waarde de beste is [8, 31, zie ook de Reviews nrs. 4 en 7]. Bij veel zonneschijn zullen lagere osmotische waarden kunnen worden aangehouden dan bij donkerder weer.

De osmotische waarde van het bodemvocht kan bij druppelbevloeiing worden beïnvloed met de hoeveelheid druppelwater en met de hoeveelheid hierin opgeloste voedingszouten.

Als voedingszouten komen vooral ammoniumnitraat en kalisalpeter in aanmerking. De osmotische waarde van het druppelwater is hierbij eenvoudig te berekenen. Voor elke 0,63 gram N en voor elke 2,1 gram K_2O per liter water kan 1 atm. worden aangehouden. Voor het schadelijke keukenzout kan voor elke 1,3 gram per liter water 1 atm. worden gerekend.

De osmotische waarde van het bodemvocht wordt echter ook beïnvloed door de wateropname en de voedselopname van de plant en door allerlei andere processen

in de grond. De osmotische waarden van het bodemvocht en van het druppelwater zijn dan ook niet gelijk. Hoe meer water wordt gegeven, des te kleiner echter wordt het verschil. Wanneer zoveel water wordt gegeven, dat een flinke hoeveelheid naar de ondergrond afvloeit, zal de osmotische waarde van het bodemvocht weinig meer van die van het druppelwater verschillen. Op deze wijze kan men de samenstelling van het bodemvocht en daarmee de groei van het gewas snel wijzigen.

Dit doorspoelen zal men dus moeten toepassen, wanneer er iets mis is gegaan. Normaal behoeft het niet te geschieden. Bij de normale werkwijze is het voldoende zoveel water te geven, dat de vochtspanning van de bovengrond op een lage waarde wordt gehandhaafd. Bij de aanvang van de teelt is de hiervoor benodigde hoeveelheid water betrekkelijk gering. Later in het seizoen moet tengevolge van de sterkere verdamping veel meer water worden gegeven. Wanneer men is aangewezen op water dat veel keukenzout bevat, zal het wellicht aanbeveling verdienen regelmatig iets meer water te geven dan voor de handhaving van een lage vochtspanning noodzakelijk is. Met regelmatig licht doorspoelen kan namelijk worden voorkomen dat het keukenzout zich tengevolge van de verdamping in het bodemvocht accumuleert [8].

Bij de aanvang van de teelt dient de osmotische waarde van het druppelwater hoger te zijn en dient men hieraan dus meer voedingszouten toe te voegen dan later in het seizoen. Hiervoor zijn verschillende oorzaken: vooral in de eerste groeiperiode mag de groei niet te sterk zijn; bij een kleine hoeveelheid zonlicht dient de osmotische waarde van het bodemvocht hoger te zijn dan bij een grote hoeveelheid zonlicht; bij geringe verdamping wordt de druppelwateroplossing in de grond minder sterk geconcentreerd dan bij sterke verdamping.

BLASS beveelt voor enkele van de reeds eerder besproken meststofoplossingen aan, deze als volgt in het druppelwater te verdunnen. Bij het begin van de teelt een verdunning gebruiken van 1 : 200. Zo nodig echter voor een korte tijd een verdunning van 1 : 100 of zelfs 1 : 50 toepassen. Wanneer later de groei afneemt, overgaan op een verdunning van 1 : 400. In het volle seizoen bij veel zonneschijn en dus veel verdamping de verdunning zo nodig opvoeren tot 1 : 600 of 1 : 800. In het najaar de verdunning weer verminderen tot 1 : 400 of zelfs 1 : 200.

Bij gebruik van druppelbevloeiing kan bij een normale kasgrond de voorraadbemesting met stikstof en kali achterwege worden gelaten. Deze werkwijze wordt o.a. op het National Institute of Agricultural Engineering reeds met succes toegepast. Afhankelijk van de chemische toestand van de grond kan wel een voorraadbemesting met fosfaat worden gegeven.

Het lijkt niet noodzakelijk ook het fosfaat via het druppelwater toe te dienen, behalve dan op fosforarme gronden. De fosfaattoestand van de grond is namelijk veel stabielere dan de stikstof- of kalitoestand. Voor de beïnvloeding van de osmotische waarde van het bodemvocht is fosfaat voorts van weinig belang.

Hier dient nog melding te worden gemaakt van de sinds kort door BOOER en ALLERTON [1] gepropageerde „ring culture”. Bij dit systeem teelt men tomaten in bodemloze potten (ringen). Deze met John Innes Potting Compost gevulde ringen staan op een 10—15 cm dik bed van fijn grint, as of grof zand, welk materiaal van tevoren goed is uitgespoeld. Het bed wordt ruim van water voorzien. Nadat de wortels het bed hebben bereikt en dit gaan doorwortelen,

wordt op de potten geen water meer gegeven, behalve een kleine hoeveelheid, die noodzakelijk is voor het inbrengen van meststoffen. Hierbij wordt zorgvuldig vermeden, dat er voedingszouten in het bed terecht komen. De bemestingstoestand van de compost is zeer hoog.

Deze teeltwijze zou de voordelen hebben van een watercultuur, maar zou eenvoudiger zijn voor wat de voeding betreft. Bij de proefnemingen waren de opbrengst en de kwaliteit van de vruchten zeer goed.

De ringcultuur wordt een „two-zone root system” genoemd. Er zou een scherpe functieverdeling bestaan tussen beide delen van de wortelpruik: de wortels in het bed nemen alleen water op en de wortels in de ringen dienen voor de opname van voedingszouten. Men zou op deze wijze dus een beheerste groei kunnen verkrijgen, terwijl de planten zijn aangewezen op water dat zoutloos is.

Dit lijkt in tegenspraak met het voorgaande. Dat er bij de ringcultuur geen te sterke groei optreedt, zou echter verklaard kunnen worden doordat er zich bij de scherpe functieverdeling een evenwicht instelt tussen beide delen van de wortelpruik. Een dergelijke scherpe functieverdeling doet zich bij de normale teelt niet voor.

Druppelbevloeiing en doorlatendheid van de grond

Bij druppelbevloeiing worden minder hoge eisen gesteld aan de doorlatendheid van de grond dan bij gieten. Plasvorming, die bij gieten kan optreden, komt bij druppelbevloeiing tengevolge van de langzame watertoevoer niet voor. Ook stagneert het water niet zo spoedig op minder doorlatende lagen in de ondergrond. Op in dit opzicht moeilijke gronden heeft men dus met druppelbevloeiing minder moeilijkheden dan met gieten. De doorlatendheid kan echter wel te gering zijn.

Voor de bovengrond dient de doorlatendheid alleen al voldoende te zijn, omdat zij samenhangt met de doorluchting van de grond. Voor de instandhouding van de structuur en daarmee van de doorluchting zal toepassing van organisch materiaal de aandacht moeten blijven vragen. Daar druppelbevloeiing in tegenstelling tot gieten de structuur niet bederft, zal echter wellicht op de organische bemesting bezuinigd kunnen worden.

Ook de doorlatendheid van de ondergrond kan echter te gering zijn, vooral wanneer men de grond met druppelwater wil doorspoelen. Voor dit doorspoelen is tevens van belang dat het doorspoelwater voldoende snel kan afvloeien (drainage).

Druppelbevloeiing en opdrachtige grond

De vraag rijst of groei beheersing door middel van druppelbevloeiing ook mogelijk is op opdrachtige gronden, bij voorbeeld laag liggende, sterk opdrachtige veengronden. Op deze gronden groeien de tomaten over het algemeen sterk. Dit is voornamelijk het gevolg van de vochtigheid en dus niet zozeer, zoals wel gedacht wordt, van het vrijkomen van stikstof uit het organische materiaal. Voor een regelmatige groei dient de concentratie aan voedingszouten en dus ook de gloeirest van dergelijke gronden voldoende hoog te zijn. Men heeft echter betrekkelijk weinig controle over de verdeling van de zouten over het profiel. Door de opdrachtigheid stijgen de zouten omhoog. De wortels kunnen daardoor dikwijls reeds op vrij geringe diepte beschikken over water, dat weinig zouten bevat. De mogelijkheid de groei te beheersen wordt hierdoor beperkt.

Wellicht kan druppelbevloeiing dit bezwaar ondervangen. Door inbrengen van

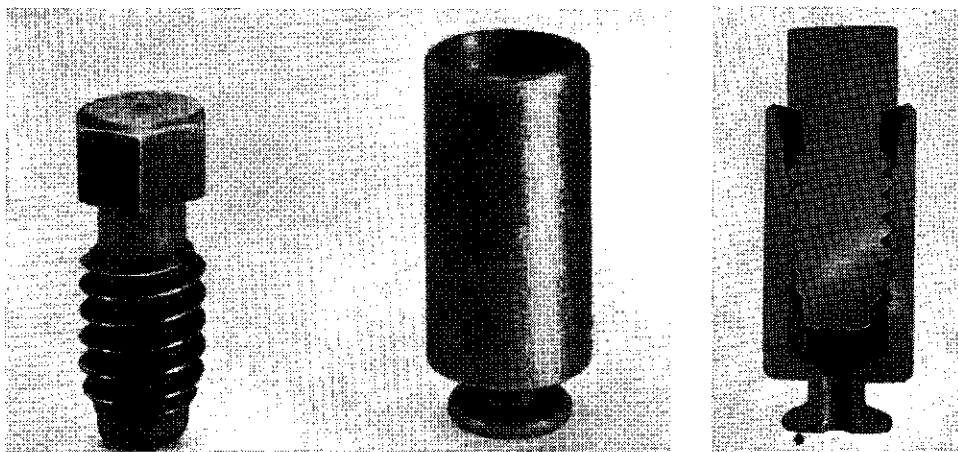


Fig. 4. De twee onderdelen van de druppeldop. *The two parts of the nozzle*

Fig. 5. Doorsnede van een druppeldop. *Longitudinal section of a nozzle*

voldoende druppelwater kan namelijk het opstijgen van niet zout water worden voorkomen. Dat de grond hierdoor nog vochtiger wordt, behoeft niet nadelig te zijn, wanneer men de zoutconcentratie van het bodemvocht maar in de hand heeft.

Op een door mij bezocht bedrijf in het Blackpool-district wordt dit systeem reeds met succes toegepast. Het betreft een opdrachtige veengrond met een grondwaterstand op 60 cm diepte. Er wordt veel druppelwater gegeven. Vooral in de eerste groeiperiode worden veel voedingszouten in het druppelwater opgelost (verdunding 1 : 50, later oplopend tot 1 : 400). Voor het ras Moneymaker werd op deze wijze een goede groeibeheersing verkregen, wat voorheen niet het geval was.

In Nederland zijn er veel veengronden die lager in het water zijn gelegen dan de grond van bovengenoemd bedrijf. Hoewel druppelbevloeiing voor deze gevallen wellicht ook gunstig is, zullen de ervaringen dienaangaande nog moeten worden afgewacht. Vooral zal moeten worden nagegaan of er met druppelwater kan worden doorgespoeld. In dit verband is een snelle waterafvoer van belang. Dergelijke gronden lenen zich dikwijls minder goed voor het aanbrengen van een drainagesysteem. Het water kan zich echter vrij snel in de ondergrond verplaatsen, zodat langzaam doorspoelen wellicht niet gepaard zal gaan met een aanzienlijke verhoging van de grondwaterstand. En een tijdelijke geringe verhoging van de grondwaterstand behoeft niet nadelig te zijn. Temeer daar zoals reeds ter sprake is gekomen, de beworteling ondiep is, wanneer de vochtspanning van de bovengrond op een lage waarde wordt gehandhaafd.

Indien op deze wijze inderdaad de nodige groeibeheersing kan worden verkregen, lijkt deze methode veel aantrekkelijker dan de methode van de pottenteelt. De

pottenteelt vraagt een grote vakbekwaamheid, terwijl door de grote hoeveelheid arbeid, die deze teeltwijze medebrengt, de kweker juist veel aan het personeel zal moeten overlaten. Druppelbevloeiing vraagt weinig arbeid, waardoor de kweker de watervoorziening en de voorziening van voedingszouten geheel zelf kan waarnemen.

Op gronden waar men regelmatig water moet geven, wordt met druppelbevloeiing ten opzichte van gieten een belangrijke arbeidsbesparing verkregen. Verschillende kwekers in Engeland en Guernsey zeiden dan ook, dat druppelbevloeiing alleen al in dit opzicht van belang is. Volgens SHEARD, directeur van het Fairfield Experimental Station, kan de arbeidsbesparing wel zo groot zijn, dat het personeel met een derde kan worden verminderd.

De pottenteelt kan eventueel wel worden aanbevolen in combinatie met druppelbevloeiing op de potten. De bovengenoemde bezwaren van de pottenteelt komen hiermede te vervallen. In de belangrijke beginperiode zal met druppelbevloeiing de zoutconcentratie van het bodemvocht in de potten wellicht gemakkelijker regelbaar zijn dan bij teelt in de volle grond.

Fysiogene ziekten

Van tal van fysiogene afwijkingen bij tomaten is bekend, dat zij samenhangen met de vocht- en bemestingstoestand van de grond. De volgende opsomming is geenszins volledig: bloemrui; haverbloempjes; holle stengels; holle vruchten; gescheurde vruchten; groenkragen; neusrot; waterziek. Hier zal alleen nader worden ingegaan op neusrot en waterziek.

Daar de symptomen van deze vruchtafwijkingen reeds herhaaldelijk zijn beschreven, kan dit thans achterwege blijven [17, 18]. Wel moet worden opgemerkt, dat men in Engeland twee vormen van waterziek onderscheidt en wel „blotchy ripening” (het normale waterziek) en „bronzing”. Bij het normale waterziek komen overlangse banen van de vruchtwand niet op kleur. Bij „bronzing” dat bij de nog groene vruchten optreedt, worden één of meer overlangse banen bronskleurig. De weefselafbraak rond de vaatbundels in de vruchtwand is bij „bronzing” gewoonlijk sterker dan bij het normale waterziek.

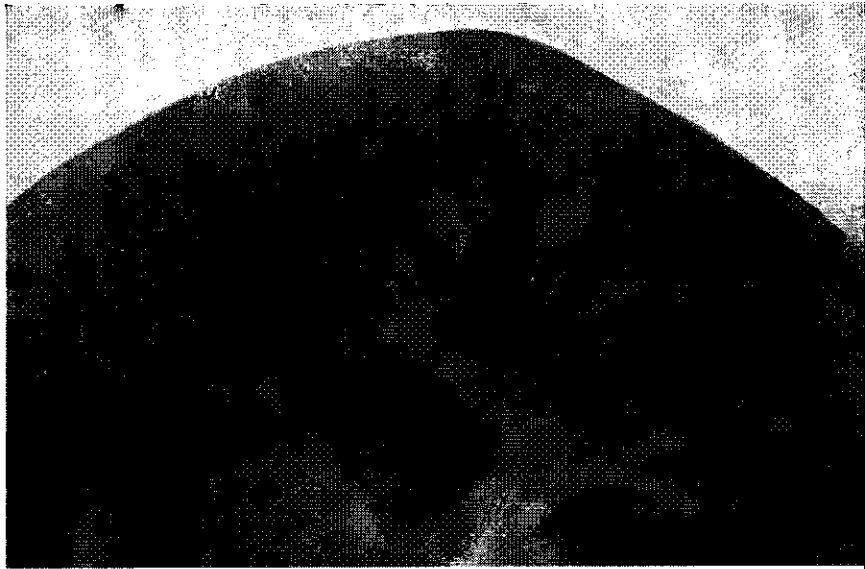
Ten aanzien van waterziek bestaan er tussen de rassen grote verschillen in gevoeligheid. De sterk groeiende rassen zoals Ailsa Craig zijn er minder gevoelig voor dan de langzamer groeiende zoals Potentaat. Het nieuwe ras Antimold A is vooral gevoelig voor „bronzing”. Ook ten aanzien van neusrot zijn er verschillen in gevoeligheid. Enkele nieuwe F_1 's bleken er zeer gevoelig voor te zijn [Proefstation te Naaldwijk: Jaarverslag 1954].

Neusrot en waterziek zijn verdrogingsverschijnselen. Zij treden op, wanneer de transpiratie de wateropname tijdelijk te veel overtreft. De verdroging van de vruchten hangt samen met een wateronttrekking door de bladeren [9].

Naast de wateronttrekkende kracht van de atmosfeer en het waterleverend vermogen van de bodem is de toestand van het gewas van belang voor het al of niet optreden van genoemde afwijkingen. De toestand van het gewas wordt bepaald door de groeiomstandigheden in de voorafgaande periode. Bij deze groeiomstandigheden spelen de omstandigheden in de grond een grote rol, vooral de osmotische waarde van het bodemvocht.

Fig. 6. Doorsnede van
waterzieke vrucht met
bruine vaatbundels in de
vruchtwand

*Section of blotchy ripening
fruit with brown vascular
bundles in the fruit flesh*



Wanneer in het voorgaande sprake was van een sterke groei bij lage osmotische waarden en van een geringe groei bij hoge osmotische waarden, dan werd voornamelijk gedoeld op de hoeveelheid vegetatief materiaal en de controverse tussen vegetatieve groei en generatieve ontwikkeling. In meer algemene zin kan echter worden gezegd, dat de planten die zich onder bedoelde verschillende omstandigheden ontwikkelden, zowel anatomisch als fysiologisch verschillend van aard zijn. De anatomische verschillen zijn uitvoerig beschreven door HAYWARD en LONG [12]. Van de fysiologische verschillen interesseren ons thans vooral de verschillen in het droge-stofgehalte van de planten en de verschillen in de osmotische waarde van het plantensap. Naarmate de osmotische waarde van het water waarover de planten kunnen beschikken hoger is, is ook het droge-stofgehalte van blad, stengel en vrucht hoger [28]. Eveneens is dan de osmotische waarde van het plantensap hoger [6]. Beide verschillen hebben betrekking op de watertoestand of hydratatuur van de plant. De osmotische waarde van het plantensap kan als maat dienen voor deze hydratatuur [9].

Het droge-stofgehalte van de planten en de osmotische waarde van het plantensap worden echter niet alleen bepaald door de osmotische waarde van het bodemvocht, maar ook door de vochtspanning van de grond en door het klimaat. Een toenemende vochtspanning en een toenemende hoeveelheid zonnestraling werken in dezelfde richting als een toenemende osmotische waarde van het bodemvocht.

Wanneer de osmotische waarde van het plantensap en dus tevens het droge-stofgehalte hoog is, zijn de planten in het algemeen gevoelig voor neusrot. Wanneer deze waarden daarentegen laag zijn, zijn de planten in het algemeen gevoelig voor waterziek.

Het verband tussen de osmotische waarde van het bodemvocht en het optreden van neusrot en waterziek kan blijken uit tal van praktijkwaarnemingen. Waterziek bij voorbeeld komt veel voor in nieuwe kassen, terwijl men neusrot juist meer in oudere kassen ziet. In nieuwe kassen is de zoutconcentratie en dus de osmotische waarde van het bodemvocht gewoonlijk laag, terwijl men in oudere kassen maatregelen moet nemen om te voorkomen dat de zoutconcentratie te hoog oploopt.

Voor andere praktijkwaarnemingen moet de verklaring meer gezocht worden in de vochtspanning van de grond of in het klimaat. Waterziek bij voorbeeld komt vooral veel voor bij de onderste trossen. Dit kan worden verklaard door de geringe hoeveelheid zonlicht, die deze trossen ontvangen, waardoor de osmotische waarde van het plantensap daarvan lager is dan van de hogere trossen. In overeenstemming hiermede ziet men neusrot vooral bij de hogere trossen.

Maar niet alle praktijkwaarnemingen kunnen op deze wijze worden verklaard. De voeding van de plant heeft ook invloed op het al of niet gevoelig zijn voor de afwijkingen. Genoemd kunnen worden de stikstof-kaliverhouding en de fosfor- en calciumvoorziening.

Het bovenstaande kan nog gestaafd worden met de navolgende literatuurspreking.

KIDSON en STANTON [18] vonden dat alle cultuurmaatregelen, die het droge-stofgehalte van de plant doen afnemen, het waterziek doen toenemen. Verschillende onderzoekers hebben geconstateerd, dat er des te meer neusrot optreedt naarmate de osmotische waarde van het plantensap hoger is [6, 28].

Relatief veel stikstof ten opzichte van kali maakt het gewas gevoelig voor neusrot en waterziek [19]. Voor de bestrijding van waterziek kunnen echter toch gunstige resultaten worden verkregen met de toediening van stikstof [18]. Dit kan worden verklaard met verwijzing naar een verhoging van de osmotische waarde van het plantensap.

Enkele auteurs noemen een tekort aan calcium als oorzaak van neusrot [19, 24]. Dat op zure gronden veel neusrot wordt waargenomen, wijst in dezelfde richting [17]. Neusrot kan echter evenzeer optreden, als de planten voldoende calcium kunnen opnemen. Bij de proefnemingen van EATON [6] ging het optreden van neusrot niet alleen gepaard met een hoge osmotische waarde van het plantensap, maar tevens met een grote calciumopname.

In Engeland wordt aangenomen, dat een hoog fosfaatgehalte van de grond de tomaten gevoelig maakt voor waterziek [1]. In Nederland werden overeenkomstige ervaringen opgedaan [19]. Een geringe magnesiumvoorziening schijnt eveneens het optreden van waterziek te bevorderen.

De maatregelen ter voorkoming van neusrot en waterziek zullen enerzijds gericht moeten zijn op een goede watervoorziening en op een beperking van de verdamping tijdens kritieke weersomstandigheden, anderzijds op het verkrijgen van een weinig gevoelig gewas. Deze maatregelen betreffen de regeling van het kasklimaat en de regeling van de omstandigheden in de grond. De regeling van het kasklimaat is in dit verband reeds elders in dit tijdschrift besproken [9, zie ook 35]. De regeling van de omstandigheden in de grond komt vooral neer op een goede watervoorziening en op het handhaven van een goede osmotische waarde van het bodemvocht. Deze waarde zal enerzijds niet te hoog en anderzijds niet te laag mogen zijn.

Wanneer er gevaar is voor neusrot, is het gunstig tijdens zonnige en dus kritieke weersomstandigheden ruim water te geven. Daar men met druppelbevloeiing de vochtspanning van de grond op een lage waarde kan handhaven, is deze hiertoe bij uitstek geschikt.

Wanneer er gevaar is voor waterziek, zal men voorzichtiger moeten zijn met water. Water geven is enerzijds wel gunstig voor de wateropname, maar anderzijds maakt men de osmotische waarde van het bodemvocht lager, waardoor het gewas gevoeliger wordt voor waterziek [35, zie ook Review no. 5]. Men dient dus tevens voedingszouten te geven om de osmotische waarde van het bodemvocht te regelen. Met de gebruikelijke wijze van bijmesten en gieten is deze regeling maar zeer gebrekkig. Druppelbevloeiing werkt in dit opzicht snel en goed. Bovendien kan men met druppelbevloeiing de osmotische waarde van het bodemvocht aanpassen aan de weersomstandigheden. Op deze wijze kan de gevoeligheid van het gewas worden beïnvloed. Door tijdens een periode van donker weer de osmotische waarde van het bodemvocht op te voeren, kan men de gevoeligheid voor waterziek verminderen.

Stikstof, kali en groeibeheersing

Uit voorgaande hoofdstukken blijkt, dat de toediening van anorganische meststoffen bij tomaten niet alleen moet worden gezien als middel om de planten van minerale voedingsstoffen te voorzien, maar ook als middel om de osmotische waarde van het bodemvocht te beïnvloeden. Nu is dit laatste zeker geen nieuw gezichtspunt. De ervaringen op basis van het grondonderzoek te Naaldwijk hebben al eerder tot deze conclusie geleid, hetgeen wellicht samenhangt met het feit, dat stikstof en kali bepaald worden in een waterig grondextract.

De gevonden verschillen in chemische samenstelling tussen laag liggende, vochtige zandgronden en hoog liggende, droge zandgronden bij voorbeeld, noopten wel tot een verklaring [zie ook Tuinbouwgids 1954 blz. 237]. Vooral de cijfers voor stikstof, kali en gloeirest zijn bij vochtige zandgronden gewoonlijk veel hoger, terwijl de tomaten daar in het algemeen juist sterker groeien dan op droge zandgronden. Bij de advisering van de voorraadbemesting wordt te Naaldwijk met deze verschillen rekening gehouden. Wanneer de vochtspanning van de grond op een lage waarde wordt gehandhaafd, komen dergelijke verschillen echter te vervallen.

Bij de gebruikelijke wijze van bijmesten en gieten wordt de groeibeheersing niet zozeer verkregen door de toediening van voedingszouten als wel door de regeling van de watervoorziening. Door de grond te laten uitdrogen, veroorzaakt men een stijging van de osmotische waarde van het bodemvocht en van de vochtspanning van de grond. Bij water geven nemen zij af. De groeibeheersing moet worden gevonden in deze afwisseling van lage en hoge waarden. Welke moeilijkheden en gevaren deze handelwijze kan meebrengen, werd reeds aangegeven. BEWLEY [3] noemde gieten dan ook de moeilijkste en belangrijkste cultuurmaatregel.

Met druppelbevloeiing worden de problemen voor de kweker veel eenvoudiger. De vochtspanning van de grond kan op een lage waarde worden gehandhaafd, zodat deze niet meer aan schommelingen onderhevig is. Ook de osmotische waarde van het bodemvocht is veel gelijkmatiger. Men kan deze waarde aan de groei van het gewas en aan de weersomstandigheden aanpassen.

Ook het bemestingsonderzoek wordt met druppelbevloeiing veel eenvoudiger. Wanneer men zonder druppelbevloeiing bij voorbeeld de invloed van de stikstof-

kaliverhouding op de controverse tussen vegetatieve groei en generatieve ontwikkeling wil nagaan, beloven proeven onder normale praktijkomstandigheden weinig succes. Afhankelijk van de osmotische waarde van het bodemvocht kan toch immers bij een overigens juiste stikstof-kaliverhouding zowel een te sterke als een te geringe groei optreden. Die osmotische waarde heeft men bij dergelijke proeven niet in de hand.

De problemen voor het bemestingsonderzoek komen ook enigszins anders te liggen. De praktijk zal bij voorbeeld weinig behoefte meer hebben aan proeven, waarin de stikstof- en kalivoeding van tomaten wordt nagegaan. Bij druppelbevloeiing dient er vanwege het osmotisch effect zoveel stikstof en kali aanwezig te zijn, dat de planten over ruim voldoende van deze beide voedingszouten kunnen beschikken. Het is thans van praktisch belang de invloed van de stikstof-kaliverhouding te onderzoeken bij verschillende osmotische waarden van het bodemvocht. Druppelbevloeiing opent hiervoor de mogelijkheden. De onlangs opgestelde „Richtlijnen voor Bemestingsonderzoek in de Tuinbouw” [27] zullen in deze zin moeten worden aangevuld.

Hoewel met druppelbevloeiing de omstandigheden in de grond kunnen worden gestabiliseerd, is dit nog niet voldoende om de resultaten van dergelijke proeven juist te kunnen interpreteren. Het klimaat en de weersomstandigheden doen namelijk ook hun invloed gelden. De hoeveelheid zonnestraling bij voorbeeld is zowel van invloed op de meest gewenste osmotische waarde van het bodemvocht als op de meest gewenste stikstof-kaliverhouding (bij een toenemende hoeveelheid licht en eveneens bij een oplopende temperatuur wordt de optimale stikstof-kaliverhouding hoger) [3, 19].

In dit opzicht zijn de omstandigheden voor stooktomaten en koude tomaten niet gelijk. Er bestaan verschillen in de weersomstandigheden van jaar tot jaar, en ook de omstandigheden van bedrijf tot bedrijf lopen uiteen, en wel als gevolg van het feit dat het kasklimaat wordt geregeld (bij voorbeeld door schermen). Bij de proefnemingen zal dus tevens een onderzoek naar de klimaatfactoren moeten worden ingesteld.

Grondonderzoek

De bij chemisch grondonderzoek gebruikte analysemethoden zijn conventioneel. De gevonden analysecijfers op zichzelf zeggen voor het bemestingsadvies niets. De cijfers moeten kunnen worden geïnterpreteerd. In de landbouw heeft men de cijfers van het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek leren interpreteren met behulp van zeer veel proefvelden. Bij de tomatenteelt heeft men deze basis van veldproeven maar in zeer geringe mate.

Uit het voorgaande hoofdstuk blijkt, dat het bemestingsonderzoek in de glastuinbouw wellicht heel wat ingewikkelder is dan in de landbouw, waar men de dagelijkse ingrepen op de omstandigheden in de grond en op het klimaat niet kent. Wel dient men er voor te waken, de problemen in de landbouw niet te eenvoudig te zien. De wiskundige verwerking van de proefveldresultaten mag niet leiden tot een mechanisch of gemiddeld advies. Een dergelijk advies zal in de landbouw evenmin voldoen als in de glastuinbouw [7]. Alleen zal voldoen wat SCHUFFELEN het particuliere advies noemde [29].



Fig. 7. Asymmetrische kas op het Fairfield Experimental Station. Door de speciale constructie (links zuidzijde) ontvangen de tomatenplanten in de winter meer zonlicht

Asymmetrical glasshouse at Fairfield Experimental Station, so constructed that the tomato plants receive a maximum quantity of sunlight in winter

Voor de tomatenteelt heeft men de analysecijfers van het Proefstation te Naaldwijk leren interpreteren aan de hand van potproeven, het apart bemonsteren van goede en slechte plekken en het jaarlijks bemonsteren van dezelfde percelen met controle van het gewas [7, 19]. Aan de veldproeven was men eigenlijk nog niet toe. Met druppelbevloeiing zijn de perspectieven voor veldproeven veel gunstiger geworden. Een nadeel blijft, dat dergelijke proeven door de vele werkzaamheden zeer kostbaar zijn.

De analysecijfers, vooral die welke betrekking hebben op stikstof, kali, gloeirest en keukenzout, zal men met druppelbevloeiing weer opnieuw moeten leren interpreteren. Deze cijfers kunnen ons ook aanwijzingen geven over de osmotische waarde van het bodemvocht. De vraag rijst echter of thans niet moet worden overgegaan tot een directe bepaling van de osmotische waarde. Wanneer men de vochtspanning van de grond op een lage waarde handhaaft, krijgt deze bepaling te meer zin, daar de schommelingen in de osmotische waarde dan gering zijn.

Met druppelbevloeiing zal de voorraadbemesting aan betekenis inboeten. Het zal echter evenzeer van belang blijven de grond voor de teelt chemisch te laten onderzoeken. Ook het onderzoek van zogenaamde bijmestmonsters blijft van belang. In verband met de latere toediening van de bemestingszouten zal er juist aan het bijmestonderzoek meer aandacht moeten worden besteed. In Denemarken gebeurt dit bijmestonderzoek thans reeds zeer frequent.

Wel is hier een waarschuwing op haar plaats. Bij herhaald bijmestonderzoek mag men zich namelijk niet op de analysecijfers gaan bekijken. De toediening van bemestingszouten moet steeds aan de groei van het gewas en aan de weersomstandigheden worden aangepast.

Apparatuur voor de druppelbevloeiing

Druppelbevloeiing is gebaseerd op de uitvinding van de druppeldop. Deze combineert een grote weerstand tegen het doorstromen van water met relatief grote openingen voor het passeren van vuil [zie de Reviews nrs. 5 en 7].

Het water wordt vooraf gefiltreerd. De maaswijdte van het filter is zo klein, dat deeltjes die de druppeldoppen zouden doen verstopen, worden tegengehouden. Verstopping blijkt weinig voor te komen en kan overigens eenvoudig worden verholpen. Wanneer het water erg hard is, schijnt men iets spoediger hinder te ondervinden van verstopping. Om te voorkomen dat er zich kristallen van voedingszouten in de druppeldoppen vormen, wordt er bij de beëindiging van elke bevloeiing enige minuten doorgespoeld met water, waaraan geen voedingszouten worden toegevoegd.

Druppelbevloeiing werkt onder een druk van ongeveer 1,5 meter water. Men kan de druk op een peilbuis aflezen. De peilbuis geeft de maat voor het afstellen van de kraan van de bedrijfswaterleiding, waarop men het systeem aansluit.

Wanneer de druk van de bedrijfswaterleiding aan schommelingen onderhevig is, schommelt de druk van het druppelbevloeiingssysteem eveneens. De hoeveelheid druppelwater per tijdseenheid is dan niet steeds gelijk. Dit is ongewenst, daar men dan de hoeveelheid druppelwater niet kan berekenen uit de tijdsduur van de bevloeiing. Door tussenschakeling van een W.C.-vlotter, die de druk van het druppelbevloeiingssysteem constant houdt, kan men dit nadeel voorkomen.

Het is van belang, dat iedere druppeldop dezelfde hoeveelheid water geeft. Het drukverval in de rubberslangen mag daarom maar gering zijn. Op een vlak liggend perceel wordt het drukverval bepaald door het aantal druppeldoppen per slang en door de inwendige doorsnede van de slang (hierbij zijn de werkdruk en de afstand tussen de druppeldoppen als constant aangenomen). Bij 50 druppeldoppen blijkt een inwendige doorsnede van 1 cm goed te voldoen. Wanneer enige helling aanwezig is, worden dunnere slangen gebruikt (tot 0,6 cm) [15]. Bij sterk hellende percelen worden bovendien vernauwingen in de slang aangebracht.

Voor het oplossen van de voedingszouten wordt tussen het filter en het stelsel van rubberslangen een verdunner in het systeem ingeschakeld. De verdunning is met een knop regelbaar.

De verdunner bestaat uit een metalen reguleur op een glazen fles. Aan de reguleur bevindt zich een slang, die tot op de bodem van de fles reikt. Wanneer de verdunner in gebruik is, wordt van boven water in de fles geperst, waardoor de meststofoplossing door de slang omhoog stijgt en in het druppelwater wordt gebracht. Het niveau van de meststofoplossing in de fles wordt op deze wijze langzaam naar beneden gedrukt. De grens tussen de (gekleurde) meststofoplossing en het water is vrij scherp. Er treedt dus geen noemenswaardige menging op tussen beide lagen. De werking van de verdunner is hierop gebaseerd. Wanneer de lagen gedurende langere tijd met elkaar in contact zijn, zal de diffusie van

voedingszouten naar de waterlaag echter van belang kunnen worden. De invloed van deze diffusie zal nog nader moeten worden nagegaan. De verdunner is overigens handig en goedkoop.

Wanneer men gebruik maakt van een W.C.-vlotter kan men de voedingszouten ook op een andere wijze toedienen. Men kan namelijk de meststofoplossing in de vlottertank laten druppelen [15].

De meststofoplossingen worden met anilinekleurstoffen gekleurd in de handel gebracht. Dit geeft de mogelijkheid de verdunning te controleren. Na het passeren van de verdunner laat men de druppelwateroplossing namelijk door een controlefles van ongekleurd glas stromen. De kleur van deze fles kan worden vergeleken met de kleur van een standaardfles, die de meststofoplossing in de gewenste verdunning bevat.

In grofkorrelige zandgronden is de horizontale verplaatsing van het druppelwater onder het grondoppervlak onvoldoende [30]. Als een gevolg hiervan worden alleen smalle kolommen grond onder de druppeldoppen vochtig, terwijl de grond daartussen zeer droog kan zijn. Het moet nog nader worden onderzocht of de horizontale waterverplaatsing in deze gevallen voldoende kan worden verbeterd.



Fig. 8. De bij de druppelbevloeiing gebruikte verdunner. *Dilutor used for the trickle irrigation*

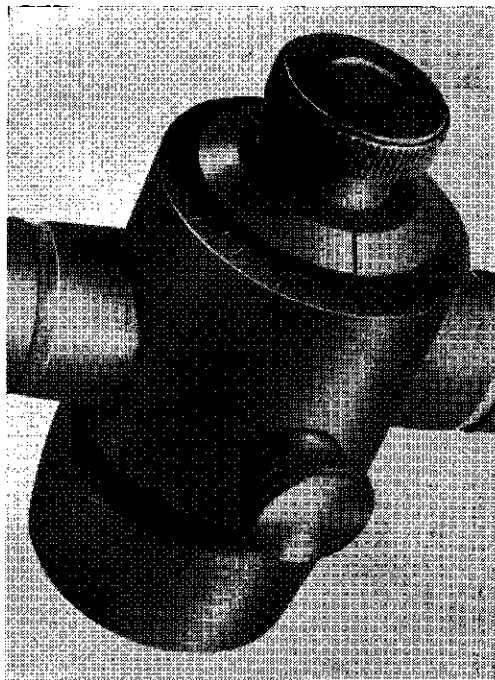


Fig. 9. Metalen reguleur van de verdunner
Metal head of the dilutor

In dit verband worden genoemd: het verhogen van het organische-stofgehalte van de grond, het aanbrengen van een mulchlaag van organisch materiaal of het opbrengen van een laag fijn zand.

Op het National Institute of Agricultural Engineering heeft men voor de oplossing van dit probleem in een andere richting gezocht. Men heeft daar een met druppelbevloeiing verwant systeem van bevoeien ontwikkeld, waarmee een betere waterverspreiding wordt verkregen. Bij dit systeem ligt er langs elke rij tomatenplanten een buis van polyvinylchloride (P.V.C.) van 1,3 cm inwendige doorsnede. Bij elke tomatenplant is een gaatje van 1 mm doorsnede in de buis aangebracht. Het water spuit door deze gaatjes in een boog naar buiten.

Er wordt gewerkt met een variërende druk van 30—90 cm water. Als gevolg van deze variërende druk komt het water niet steeds op dezelfde plaats terecht, maar wordt de grond bevochtigd over een breedte die gelijk is aan de rijenafstand.

Op deze wijze gaat het water geven ongeveer acht maal sneller dan bij druppelbevloeiing. Er treedt enig structuurbederf van de grond op. Om te voorkomen dat het drukverval langs de buizen te groot wordt, kunnen deze niet langer zijn dan ongeveer 12 meter.

Naast buizen van P.V.C. werden ook buizen van ander materiaal beproefd. P.V.C. bleek het best te voldoen. Voor druppelbevloeiing zijn P.V.C.-buizen onbruikbaar. Dan doet zich namelijk het euvel voor, dat de druppeldoppen verstopt worden door bacteriën [15].

Voor het meten van lage vochtspanningen in de grond is de tensiometer bij uitstek geschikt [32].

De tensiometer is het enige instrument, dat de vochtspanning van de grond rechtstreeks kan meten. Tensiometers hebben dus het unieke voordeel, dat zij de kracht aangeven, die de planten moeten overwinnen om het water aan de grond te onttrekken (de osmotische druk die bovendien moet worden overwonnen, wordt niet aangegeven). Bijgevolg kunnen de afgelezen vochtspanningen rechtstreeks met elkaar worden vergeleken, op welke grondsoort ook.

Het instrument dat in Engeland en Guernsey door tal van kwekers wordt gebruikt, bestaat uit een met water gevuld systeem, dat door middel van een poreuze pot in verbinding staat met het bodemvocht en is voorzien van een vacuummanometer, die de spanning in het systeem aangeeft. Zoals door HACK [11] is aangetoond, reageert dit instrument alleen voldoende snel bij vochtspanningen beneden 15 cm kwik. Deze lage vochtspanningen zijn echter juist voor tomaten van belang. De stand van de manometer wordt behalve door de vochtspanning van de grond ook nog door enkele andere factoren beïnvloed, o.a. temperatuurschommelingen. De invloed van deze factoren is echter praktisch niet van belang en zal veelal niet worden opgemerkt [30, 31]. Soms kunnen in de morgenuren tijdelijk iets lagere waarden worden afgelezen.

Het aantal tensiometers dat voor de controle van het water geven noodzakelijk is, is afhankelijk van de meerdere of mindere gelijkmatigheid van de vochtspanning over het perceel. Bij toepassing van druppelbevloeiing zou dikwijls reeds met één tensiometer per kas een goede controle worden verkregen en wel als gevolg van het feit, dat de vochtspanning op een gelijke afstand van de druppeldoppen onge-

veer gelijk is. Op ongelijke afstanden van een druppeldop is de vochtspanning wellicht niet gelijk en zeker niet, wanneer de horizontale waterverplaatsing gering is. Door enkele tensiometers op verschillende afstanden van een druppeldop te plaatsen, kan men over deze horizontale waterverplaatsing een goede indruk verkrijgen. Het kan tevens van belang zijn tensiometers op verschillende diepten te plaatsen.

In Engeland en Guernsey gebruikt men thans gewoonlijk niet meer dan één tensiometer per kas en men plaatst deze op 15—20 cm diepte en op ongeveer 15—20 cm afstand van een druppeldop. De tensiometerstand die als normaal wordt beoordeeld, loopt wel iets uiteen en wel van 5—10 cm kwik. Bij hogere waarden zou de grond te droog zijn. Wanneer de waarden daarentegen gedurende langere tijd lager zijn, zou dit wijzen op wateroverlast of onvoldoende drainage.

Transpiratie en waterverbruik

Het waterverbruik voor een gewas wordt voornamelijk bepaald door de totale verdamping, welke is samengesteld uit directe verdamping vanuit de grond en transpiratie door de plant. De hoeveelheid water die gebruikt wordt voor de opbouw van de plant, is in verhouding maar zeer gering. Wanneer het gewas de grond geheel overdekt, is de directe verdamping vanuit de grond eveneens gering en wordt het waterverbruik voornamelijk bepaald door de transpiratie.

Potentiële transpiratie treedt op bij een gewas dat de grond geheel overdekt, terwijl het water in de grond gemakkelijk genoeg voor de plant opneembaar is om in de behoefte te voorzien. De potentiële transpiratie wordt voornamelijk bepaald door de weersomstandigheden en is in grote mate onafhankelijk van de aard van het gewas. PENMAN heeft aangetoond, dat door middel van een formule, waarin enkele weers-elementen (zonneshijn, wind, temperatuur en luchtvochtigheid) zijn verwerkt, voor de potentiële transpiratie van de opengronds teelten een goede schatting kan worden verkregen. In Engeland wordt het aldus berekende waterverbruik regelmatig gepubliceerd. Men adviseert de kwekers een waterboekhouding bij te houden [2, 25]. Wanneer hierin aantekening wordt gehouden van de watervoorraad in de grond, de neerslag en het waterverbruik, kan bij wijze van spreken achter de schrijftafel worden vastgesteld of water geven al of niet noodzakelijk is.

Men acht het mogelijk, dat voor de zomermaanden de potentiële transpiratie van de gewassen op de open grond door middel van correctiefactoren omgerekend kan worden in de potentiële transpiratie van de gewassen onder glas. Vooralsnog echter bestaat er geen zekerheid, dat algemeen bruikbare correctiefactoren gevonden zullen worden.

Op het National Institute of Agricultural Engineering heeft men gevonden, dat voor de zomermaanden de berekening van de potentiële transpiratie onder glas gebaseerd kan worden op de hoeveelheid stralingsenergie, die de planten ontvangen. Bij de proefnemingen op dit instituut werd de energie van de instraling (op deze plaats een beter woord dan zonnestraling) gemeten met behulp van een Kipp solarimeter [36]. De hoeveelheid water die deze energie kon doen verdampen, werd berekend en deze hoeveelheid werd vergeleken met de potentiële transpiratie van tomaten. Deze potentiële transpiratie werd vastgesteld door het waterverbruik

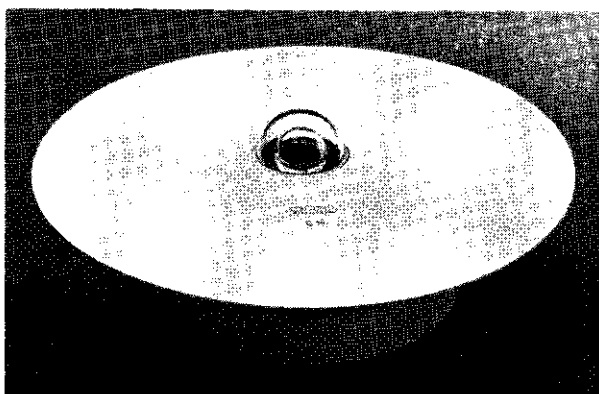


Fig. 10. Solarimeter van Kipp
Kipp solarimeter

na te gaan van een bak met tomatenplanten, die daartoe regelmatig werd gewogen.

In de zomermaanden bleek de verdampte hoeveelheid water evenredig te zijn aan de hoeveelheid water, die de instraling maximaal kon doen verdampen [13]. Bovendien bleek dat de energie van de instraling voor het overgrote deel verbruikt wordt bij transpiratie. Energieverliezen in de vorm van warmte-uitstraling van de kas en warmteverliezen door de luchtramen of anderszins zijn dus blijkbaar in verhouding gering [26]. Voor anjers werden vrijwel dezelfde resultaten gevonden als voor tomaten [16]. De potentiële transpiratie voor tomaten en anjers is dus ongeveer gelijk.

Volgens HOARE kan de potentiële transpiratie in niet geschermd kassen uiteenlopen van 1—8 mm water per dag. Wanneer bij voorbeeld door krijten van de kas de zonnestraling wordt afgeschermd, is de transpiratie geringer.

Op het Fairfield Experimental Station wordt de solarimetermethode getoetst onder praktijkomstandigheden [14]. De dagelijks aan tomaten toe te dienen hoeveelheid druppelwater wordt hierbij gebaseerd op de dagelijkse aflezingen van de stralingsenergie. De watergift wordt gecontroleerd met lysimeters en tensiometers (tensiometerafstand 7—10 cm kwik). Volgens SHEARD was het op het tijdstip van ons bezoek voor dit seizoen nog niet nodig geweest de watergift te corrigeren.

Bij de solarimeter behoort een ingewikkeld en duur instrument, dat dient voor het noteren van de stralingsenergie, die door de solarimeter wordt ontvangen. Wellicht kan dit instrument worden vervangen door een eenvoudig en goedkoop instrument [36]. HOARE acht het mogelijk, dat de solarimetermethode dan toegepast kan worden door kwekers. Op deze wijze zouden de kwekers dus een goede maatstaf kunnen verkrijgen voor de dagelijkse watergift. Dit wil echter niet zeggen, dat voor het controleren van de vochtspanning van de grond de tensiometer gemist zou kunnen worden.

In de winter, wanneer de zonnestraling gering is en wanneer er overdag gestookt wordt, is de berekening van de potentiële transpiratie onder glas ingewikkelder.

Momenteel zijn hiervoor nog geen methoden uitgewerkt. In deze periode wordt de transpiratie niet zozeer bepaald door de uren van volle zonneschijn, als wel door de luchtvochtigheid en de mate van luchten.

Samenvatting en conclusies

In deze publikatie worden de in Engeland en Guernsey opgedane reisindrukken beschreven betreffende de watervoorziening van tomaten.

Volgens proefnemingen op de Universiteit van Nottingham groeien tomaten het best, wanneer de vochtspanning van de grond wordt gehandhaafd op een waarde beneden 10 cm kwik. Kwekers in Engeland en Guernsey, die volgens deze regel werken, weten inderdaad de beste resultaten te bereiken.

Het handhaven van dergelijke lage vochtspanningen is pas goed mogelijk geworden door de invoering van de druppelbevloeiing. Andere voordelen van deze wijze van water geven ten opzichte van gieten zijn: arbeidsbesparing; geen structuurbederf van de grond; betere bevochtiging van gronden die slechts langzaam vocht opnemen; minder last van waterstagnatie op weinig doorlatende gronden; betere perspectieven voor het voorkomen van schimmelziekten zoals *Botrytis cinerea* en *Cladosporium fulvum*.

Wanneer de vochtspanning van de grond op een lage waarde wordt gehandhaafd, dient men de groei te beheersen door middel van regeling van de osmotische waarde van het bodemvocht. Bij druppelbevloeiing kan men de osmotische waarde regelen met de hoeveelheid in het druppelwater opgeloste stikstof- en kalizouten. Het gehalte aan voedingszouten moet bij te sterke groei worden verhoogd en bij te geringe groei worden verlaagd.

Deze methode van groei beheersing biedt voordelen boven de thans gebruikelijke methode, waarbij de groei beheersing wordt verkregen door de regeling van het vochtgehalte van de grond. Zowel de vochtspanning van de grond als de osmotische waarde van het bodemvocht zijn hierbij onderhevig aan schommelingen. Zodoende is de groei beheersing het resultaat van een afwisseling van groeibevordering en groeiremming. Door middel van druppelbevloeiing kunnen deze schommelingen worden voorkomen.



Fig. 11. Bedrijf op Guernsey met de voor dit eiland typische tomatenkassen

Typical tomato houses on a holding in Guernsey

De perspectieven voor praktische bemestingsproeven zijn hiermede gunstiger geworden. Voorheen werden de resultaten van dergelijke proeven in sterke mate beïnvloed door de vochtigheid van het profiel.

Ter voorkoming van fysiogene ziekten, die worden veroorzaakt door een (tijdelijk) vochttekort, is het gunstig dat de grond steeds vochtig is. De gevoeligheid voor deze ziekten kan worden beïnvloed met de osmotische waarde van het bodemvocht. Bij verhoging van deze osmotische waarde neemt bij voorbeeld de gevoeligheid voor waterziek af.

Op het National Institute of Agricultural Engineering heeft men een methode ontwikkeld om het waterverbruik voor tomaten te berekenen. Men heeft hiermede een middel in handen om de dagelijkse watergift vast te stellen. Het is daarom van belang dat de methode wordt uitgewerkt voor praktisch gebruik.

De apparatuur voor de druppelbevloeiing is reeds in hoge mate geperfectioneerd. Dit neemt echter niet weg, dat verbeteringen nog mogelijk zullen zijn. Op grofkorrelige zandgronden is de horizontale waterverplaatsing vanaf de druppeldoppen te gering. Er is reeds een met druppelbevloeiing verwant systeem ontwikkeld, dat dit bezwaar wellicht kan ondervangen.

Concluderend kan worden opgemerkt, dat druppelbevloeiing vele voordelen biedt. Kwekers die tot de toepassing van druppelbevloeiing willen overgaan, zullen zich echter terdege van de nieuwe methode van groeibeheersing op de hoogte dienen te stellen. Het is van belang, dat het onderzoek naar deze groeibeheersing met kracht wordt aangevat.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The water supply of tomatoes

Author made a study-tour to England and Guernsey and describes his impressions with regard to the water supply of tomatoes.

According to the experiments at the University of Nottingham tomatoes grow best when the moisture tension of the soil is kept below 10 cm of mercury. Indeed, the growers in England and Guernsey who follow this rule achieve the best results.

The maintenance of such low moisture tensions was not very well feasible until the method of trickle irrigation had been introduced. Other advantages of this method of water supply over ordinary watering are: saving of labour; no deterioration of the soil structure; better moistening of soils that are slow to absorb moisture; less trouble from stagnant water on little permeable soils; better prospects of preventing such mould diseases as *Botrytis cinerea* and *Cladosporium fulvum*.

When the moisture tension of the soil is kept at a low rate, growth should be controlled by means of a regulated osmotic pressure of the soil moisture. In trickle irrigation the osmotic pressure can be regulated with the quantity of nitrogen and potassium salts dissolved in the irrigation water. In cases of excessive growth the content of nutrient salts should be increased, in cases where there is too little growth it should be decreased.

This method of growth control offers advantages over the present method, which affords growth control by a regulated moisture content of the soil. Here the moisture tension of the soil as well as the osmotic pressure of the soil moisture are subject to fluctuations. Thus, growth control is the result of promoted growth and checked growth alternatively. These fluctuations can be prevented by means of trickle irrigation.

The prospects of manuring experiments in practice have become more favourable as a result. Before, the results of such experiments were greatly influenced by the moisture characteristics of the soil profile.

To prevent physiogenous diseases which are caused by a (temporary) lack of moisture, it is convenient to have the soil always moist. The susceptibility to these diseases can be influenced by the osmotic pressure of the soil moisture. When, for instance, this osmotic pressure is increased, the susceptibility to blotchy ripening decreases.

At the National Institute of Agricultural Engineering a method has been developed to calculate the water consumption for tomatoes. This provides a means to determine the desirable daily water ration. It is, therefore, important that this method should be worked out for application in practice.

The equipment for trickle irrigation has already reached a high degree of perfection. This, however, does not alter the fact that improvements will still be possible. On coarse sandy soils the horizontal movement of the water from the nozzles is insufficient. A system related to that of trickle irrigation has already been developed, which may remove this drawback.

It may be concluded that trickle irrigation offers many advantages. Growers who want to adopt the method of trickle irrigation will, however, have to familiarize themselves thoroughly with the new method of growth control. Research into this subject should be started energetically.

LITERATUUR

1. ALLERTON, F. W.: Tomato growing. Faber and Faber Ltd., London, 1954.
2. BEAN, A. G. M.: A method of estimating water requirements for crops grown in the open. National Institute of Agricultural Engineering, England. Techn. Mem. no. 85, 1954.
3. BEWLEY, W. F.: Commercial glasshouse crops. Country Life Ltd., London, 1950.
4. BOOER, J. R.: The ring culture method. World Crops, 1953, Vol. 5: June.
5. Department of Horticulture, University of Nottingham, England: Research Report, 1954.
6. EATON, F. M.: Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. Journ. Agr. Res., 1942, Vol. 64: 357—399.
7. ENDE, J. VAN DEN: De betekenis van het chemisch grondonderzoek te Naaldwijk voor de bemesting bij teelten onder glas. Meded. Dir. Tuinb., 1952, 15: 651—673.
8. ENDE, J. VAN DEN: De invloed van zout gietwater op de ontwikkeling van verschillende gewassen onder glas. Meded. Dir. Tuinb., 1952, 15: 884—903.
9. ENDE, J. VAN DEN: Groeiafwijkingen die samenhangen met de waterhuishouding in de plant. Meded. Dir. Tuinb., 1954, 17: 615—636.
10. GROENEWEGEN, J. H.: De teelt van stooktomaten op Guernsey. Groenten en Fruit, 1955, 10: 1148.
11. HACK, H. R. B.: A note on the use of tensiometers. Experimental Research Station, Cheshunt, England. Annual Report, 1953.
12. HAYWARD, H. E. and E. M. LONG: Anatomical and physiological responses of the tomato to varying concentrations of sodium chloride, sodium sulphate and nutrient solutions. Bot. Gaz., 1940—41, Vol. 102: 437—462.
13. HOARE, E. R.: We watch the tomato plant at work. The Grower, 1953, Vol. 40: 315—316.
14. HOARE, E. R.: Sunshine and water in the tomato house. The Grower, 1955, Vol. 43: 1069—1071.
15. HOARE, E. R.: Each tomato plant gets the same amount of water. The Grower, 1955, Vol. 43: 1133—1135.
16. HOARE, E. R.: Carnations use as much water as tomatoes. The Grower, 1955, Vol. 43: 1373—1375.
17. JUMELET, A. en IJ. VAN KOOT: Factoren, die het optreden van neusrot bij tomaat bepalen. Tijdschr. Plantenz., 1945: 93—115.
18. KIDSON, E. B. and D. J. STANTON: Cloud or vascular browning in tomatoes. I, II and III. New Zealand Journ. Sci. Techn., 1953, Vol. 34: 521—530 and Vol. 35: 1—14 and 368—374.
19. KLOES, L. J. J. VAN DER: De bemesting van tomaten. Meded. Dir. Tuinb., 1953, 16: 151—168.
20. KOOT, IJ. VAN: De betekenis van het fysiologisch onderzoek voor de teelt van tuinbouwgewassen onder glas. Meded. Dir. Tuinb., 1950, 13: 629—638.
21. KOOT, IJ. VAN: Tuinbouw op de Kanaaleilanden. Meded. Dir. Tuinb., 1952, 15: 325—335.
22. LAWRENCE, W. J. C.: Better glasshouse crops. George Allen and Unwin Ltd., London 1949.
23. LAWRENCE, W. J. C. and J. NEWELL: Seed and potting composts. George Allen and Unwin Ltd., London, 1950.
24. LYON, C. B., K. C. BEESON and M. BARRENTINE: Macro-element nutrition of the tomato plant as correlated with fruitfulness and occurrence of blossom-end rot. Bot. Gaz., 1941—42, Vol. 103: 651—667.

25. Ministry of Agriculture and Fisheries, England: The calculation of irrigation need. Techn. Bull. no. 4, 1954, Her Majesty's Stationery Office, London.
26. MORRIS, L. G., J. D. POSTLETHWAITE, R. I. EDWARDS and F. E. NEALE: The dependence of the water requirements of glasshouse crops upon the total incoming solar radiation. National Institute of Agricultural Engineering, England, Techn. Mem. no. 86, 1953.
27. PIJLS, F. W. G.: Richtlijnen voor bemestingsonderzoek in de tuinbouw. Rijkstuinbouwconsulent-schap voor Bodemaangelegenheden, Juni 1955.
28. ROBBINS, W. R.: Relation of nutrient salt concentration to growth of the tomato and to the incidence of blossom-end rot of the fruit. Plant Phys., 1937, Vol. 12: 21—50.
29. SCHUFFELEN, A. C.: De grondslagen van het bemestingsadvies. Openbare les, 1947.
30. SEARLE, S. A.: Plant environment and the grower. Chichester Press Ltd., Chichester, England, 1952.
31. SEARLE, S. A. (ed.): Plant climate and irrigation. Chichester Press Ltd., Chichester, England, 1954.
32. SHAW, B. T. (ed.): Soil physical conditions and plant growth. Academic Press Inc., New York, 1952.
33. SOEST, W. VAN: De kastomatenteelt op Guernsey, een der Kanaaleilanden. Groenten en Fruit, 1954, 9: 1197—1199.
34. SOEST, W. VAN: Vroeg en veel tomaten produceren is het streven van de stooktomatenteler op Guernsey. Groenten en Fruit, 1954, 9: 1225—1227.
35. States Office, Guernsey: Memorandum on blotchy ripening of tomatoes. January, 1955.
36. TRICKETT, E. S. and K. W. WINCPEAR: The measurement of solar energy in an experimental glasshouse. National Institute of Agricultural Engineering, England, Techn. Mem. no. 84, 1953.